

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 3 0 日
Date of Application:

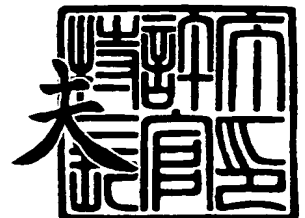
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 8 6 2 7 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 8 6 2 7 1]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 13883201

【提出日】 平成14年 9月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明の名称】 液体噴射装置

【請求項の数】 23

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和三丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社社内

【氏名】 張 俊 華

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿二丁目 4 番 1 号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100091982

【弁理士】

【氏名又は名称】 永 井 浩 之

【選任した代理人】

【識別番号】 100096895

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡 田 淳 平

【選任した代理人】

【識別番号】 100105795

【弁理士】

【氏名又は名称】 名 塚 聡

【選任した代理人】

【識別番号】 100106655

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 秀 行

【選任した代理人】

【識別番号】 100117787

【弁理士】

【氏名又は名称】 勝 沼 宏 仁

【選任した代理人】

【識別番号】 100107537

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯 貝 克 臣

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体噴射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

容積が可変であって液体が供給されると共にノズル開口に連通する内部空間と、周期 T_c の共振周波数と、を有する圧力発生室と、

圧力発生室を膨張させるための第 1 の信号要素と、膨張状態にある圧力発生室を収縮させてノズル開口から液体滴を吐出させるための第 2 の信号要素と、液体滴吐出後に圧力発生室を第 1 の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第 3 の信号要素と、を有する駆動信号を発生させる信号発生手段と、

駆動信号に基づいて圧力発生室を膨張及び収縮させる圧力発生手段と、を備え、

第 3 の信号要素は、

液体滴吐出後に、圧力発生室を、第 1 の信号要素が出力される前の状態よりも収縮している中間収縮状態まで膨張させる第 1 段階要素と、

中間収縮状態にある圧力発生室を、第 1 の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第 2 段階要素と、

を有しており、

第 1 段階要素と第 2 段階要素とは連続しており、

第 1 段階要素の第 2 段階要素との接続部までの勾配と第 2 段階要素の第 1 段階要素との接続部からの勾配とは、異なっている

ことを特徴とする液体噴射装置。

【請求項 2】

第 1 段階要素の第 2 段階要素との接続部までの勾配は、第 2 段階要素の第 1 段階要素との接続部からの勾配に対して、緩やかである

ことを特徴とする請求項 1 に記載の液体噴射装置。

【請求項 3】

第 2 の信号要素の出力開始時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力終了時までの時間 T_0 が、圧力発生室の内部空間の共振周波数の周期 T_c と実質的に等

しくなるように設定されている

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液体噴射装置。

【請求項 4】

第 2 の信号要素の出力終了時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力開始時までの時間 T_{h2} と圧力発生室の内部空間の共振周波数の周期 T_c との間に、 $T_{h2} \leq T_c \times 1/4$ なる関係が成立している

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の液体噴射装置。

【請求項 5】

第 2 の信号要素の出力終了時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力開始時までの時間 T_{h2} は、 $3 \mu s$ 以下である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の液体噴射装置。

【請求項 6】

第 1 の信号要素の振幅 V_{c1} は、第 2 の信号要素の振幅 V_d の 50% 未満である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の液体噴射装置。

【請求項 7】

第 3 の信号要素の第 1 段階要素の振幅 V_p は、第 2 の信号要素の振幅 V_d の 40% 未満である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の液体噴射装置。

【請求項 8】

第 3 の信号要素の第 2 段階要素の振幅 V_{c2} は、第 2 の信号要素の振幅 V_d の 20% より大きい

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の液体噴射装置。

【請求項 9】

第 3 の信号要素の第 1 段階要素の振幅 V_p は、第 3 の信号要素の第 2 段階要素の振幅 V_{c2} 以下である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の液体噴射装置。

【請求項 10】

圧力発生手段は、圧電振動子を有している

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の液体噴射装置。

【請求項 11】

圧電振動子は、縦振動モードの圧電振動子である
ことを特徴とする請求項 10 に記載の液体噴射装置。

【請求項 12】

圧電振動子は、たわみ振動モードの圧電振動子である
ことを特徴とする請求項 10 に記載の液体噴射装置。

【請求項 13】

容積が可変であって液体が供給されると共にノズル開口に連通する内部空間と、
周期 T_c の共振周波数と、を有する圧力発生室と、
駆動信号に基づいて圧力発生室を膨張及び収縮させる圧力発生手段と、
を備えた液体噴射装置を制御する装置であって、

圧力発生室を膨張させるための第 1 の信号要素と、膨張状態にある圧力発生室
を収縮させてノズル開口から液体滴を吐出させるための第 2 の信号要素と、液体
滴吐出後に圧力発生室を第 1 の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第
3 の信号要素と、を有する駆動信号を発生させる信号発生手段を備え、

第 3 の信号要素は、

液体滴吐出後に、圧力発生室を、第 1 の信号要素が出力される前の状態よりも
収縮している中間収縮状態まで膨張させる第 1 段階要素と、

中間収縮状態にある圧力発生室を、第 1 の信号要素が出力される前の状態まで
膨張させる第 2 段階要素と、

を有しており、

第 1 段階要素と第 2 段階要素とは連続しており、

第 1 段階要素の第 2 段階要素との接続部までの勾配と第 2 段階要素の第 1 段階
要素との接続部からの勾配とは、異なっている

ことを特徴とする制御装置。

【請求項 14】

第 1 段階要素の第 2 段階要素との接続部までの勾配は、第 2 段階要素の第 1 段階
要素との接続部からの勾配に対して、緩やかである

ことを特徴とする請求項 13 に記載の制御装置。

【請求項 15】

第 2 の信号要素の出力開始時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力終了時までの時間 T_0 が、圧力発生室の内部空間の共振周波数の周期 T_c と実質的に等しくなるように設定されている

ことを特徴とする請求項 13 または 14 に記載の制御装置。

【請求項 16】

第 2 の信号要素の出力終了時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力開始時までの時間 T_{h2} と圧力発生室の内部空間の共振周波数の周期 T_c との間に、 $T_{h2} \leq T_c \times 1/4$ なる関係が成立している

ことを特徴とする請求項 13 乃至 15 のいずれかに記載の制御装置。

【請求項 17】

第 2 の信号要素の出力終了時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力開始時までの時間 T_{h2} は、 $3 \mu s$ 以下である

ことを特徴とする請求項 13 乃至 16 のいずれかに記載の制御装置。

【請求項 18】

第 1 の信号要素の振幅 V_{c1} は、第 2 の信号要素の振幅 V_d の 50% 未満である

ことを特徴とする請求項 13 乃至 17 のいずれかに記載の制御装置。

【請求項 19】

第 3 の信号要素の第 1 段階要素の振幅 V_p は、第 2 の信号要素の振幅 V_d の 40% 未満である

ことを特徴とする請求項 13 乃至 18 のいずれかに記載の制御装置。

【請求項 20】

第 3 の信号要素の第 2 段階要素の振幅 V_{c2} は、第 2 の信号要素の振幅 V_d の 20% より大きい

ことを特徴とする請求項 13 乃至 19 のいずれかに記載の制御装置。

【請求項 21】

第 3 の信号要素の第 1 段階要素の振幅 V_p は、第 3 の信号要素の第 2 段階要素

の振幅 $V_c/2$ 以下である

ことを特徴とする請求項 13 乃至 20 のいずれかに記載の制御装置。

【請求項 22】

少なくとも 1 台のコンピュータを含むコンピュータシステムによって実行されて、前記コンピュータシステムに請求項 13 乃至 21 のいずれかに記載の制御装置を実現させるプログラム。

【請求項 23】

少なくとも 1 台のコンピュータを含むコンピュータシステム上で動作する第 2 のプログラムを制御する命令が含まれており、

前記コンピュータシステムによって実行されて、前記第 2 のプログラムを制御して、前記コンピュータシステムに請求項 13 乃至 21 のいずれかに記載の制御装置を実現させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば圧電振動子をアクチュエータとして使用した液体噴射装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

液体噴射装置、例えばインクジェット式記録装置に用いられる記録ヘッドは、ノズル開口に連通するとともに一部の区画壁が弾性板により構成された圧力発生室を備えている。弾性板には、膨張・収縮可能な圧電振動子の可動端が結合されている。これにより、圧電振動子を膨張・収縮させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、結果としてインクの供給及びインク滴の吐出を行えるようになっている。

【0003】

このような記録ヘッドを高速に駆動するアクチュエータとして、交互に積層された圧電材料及び導電層からなり、その長手方向に伸長可能な縦振動モードの圧電振動子が使用されている。

【0004】

縦振動モードの圧電振動子は、たわみ振動タイプの圧電振動子よりも圧力発生室との当接面積が小さく、しかも高速駆動が可能である。このため、より高い解像度での高速印刷が可能である。

【0005】

ところが、このような縦振動モードの圧電振動子は、高速駆動が可能であるものの、残留振動の減衰率が小さい。このため、インク滴の吐出後に大きな残留振動が残ってメニスカスの挙動に影響を与え得る。例えば、次のインク滴吐出時におけるメニスカスの位置がバラついて、インク滴の飛翔方向が変動し得る。あるいは、メニスカスがノズル開口側に大きくオーバーシュートして、インクミストが生じ、印字品質の低下を招き得る。

【0006】

そこで、インク滴を吐出した後のメニスカスの残留振動を減衰させてインクミストの発生等を防止するため、例えば、特開平9-52360号に開示されたインクジェット式記録装置が考案されている。この記録装置は、圧力発生室を膨張させる第1の信号要素S51と、ノズル開口からインク滴を吐出させるべく膨張状態にある圧力発生室を収縮させる第2の信号要素S52と、インク滴吐出後に生じるメニスカスの振動がノズル開口側に向かう時点で、第1の信号要素S51による膨張容積よりも小さい容積で圧力発生室を膨張させる第3の信号要素S53と、を有する駆動信号PDS（図5参照）を発生するようになっている。これにより、インク滴の吐出後にノズル開口に向かおうとしているメニスカスが、第3の信号要素S53による圧力発生室の膨張によって圧力発生室側に引き込まれ、メニスカスの振動が効果的に減衰され得る。これにより、メニスカスの運動に起因するインクミストの発生が防止される。また、次のインク滴吐出時のメニスカス位置を略一定に調整可能となり、インク滴飛翔の安定化を図ることができる。

【0007】

図5に示す駆動信号PDSにおいては、第1の信号要素S51の電位差 V_{c1} と第2の信号要素S52の電位差 V_d と第3の信号要素S53の電位差 V_{c2} と

の間に、 $V_{c1} + V_{c2} = V_d$ なる関係が成立している。

【0008】

図5に示す駆動信号PDSは、以下のように設計される。

【0009】

まず、インク滴吐出特性（インク滴の吐出重量や吐出速度）に応じて、第2の信号要素S52の電位差 V_d が設計される。そして、当該電位差 V_d に応じて、電位レベル調整のために、第1の信号要素S51の電位差 V_{c1} と第3の信号要素S53の電位差 V_{c2} とが設計される。ここで、第3の信号要素S53がメニスカスの制振作用を担うことが考慮される。メニスカスが好適に制振されると、次の周期でのインク滴吐出が安定して行われる。

【0010】

【特許文献1】

特開平9-52360号公報

【特許文献2】

特開平10-286961号公報

【特許文献3】

特許第3225987号公報

【特許文献4】

特表WO97/37852号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

前述のように、第3の信号要素S53はメニスカスの制振作用を担う。すなわち、第3の信号要素S53は、インク滴吐出後のメニスカスの残留振動に対して、当該メニスカスを逆発振させるタイミングで印加（出力）される。

【0012】

しかしながら、第3の信号要素S53の振幅が大き過ぎると（電位差 V_{c2} が大き過ぎると）、制振作用が過剰となる。この場合、本件発明者の知見によれば、メニスカスから延びる柱状のインクがより長く尾を引くようになって、当該尾の部分から生成されるサテライト滴の挙動（運動）が不安定になる。具体的には

、当該サテライト滴の速度不足が発生して、当該サテライト滴の飛行方向に曲がりが生じたりする。

【0 0 1 3】

従って、第 3 の信号要素 S 5 3 の電位差 $V_c 2$ は、ある程度の大きさまでに抑えることが好ましい。

【0 0 1 4】

一方、第 1 の信号要素 S 5 1 の振幅を大きくする場合（電位差 $V_c 1$ を大きくする場合）、第 1 の信号要素 S 5 1 の継続時間を維持すれば、インク滴の吐出速度が過大となる傾向がある。逆に、第 1 の信号要素 S 5 1 の継続時間を長くすれば、駆動信号の一周期が長くなって、インクジェット式記録装置の高周波駆動が困難となる。

【0 0 1 5】

更に、本件発明者の知見によれば、多数の圧力発生室が隔壁を介して密に配置されている場合、第 1 の信号要素 S 5 1 の振幅を大きくすると、多数の圧力発生室のうち変形されないはずの圧力発生室にまで変形が生じ易くなる（クロストーク）。

【0 0 1 6】

従って、第 1 の信号要素 S 5 1 の電位差 $V_c 1$ も、ある程度の大きさまでに抑えることが好ましい。

【0 0 1 7】

本件発明者は、本件発明に至る過程において、第 1 の信号要素 S 5 1 の電位差 $V_c 1$ と第 3 の信号要素 S 5 3 の電位差 $V_c 2$ とを独立に設計するために、第 1 の信号要素 S 5 1 の前あるいは第 3 の信号要素 S 5 3 の後に電位レベル調整のための第 4 の信号要素を設けることを検討した。

【0 0 1 8】

しかしながら、前記のように第 4 の信号要素を設ければ、駆動信号の一周期が長くなって、インクジェット式記録装置の高周波駆動が困難となる。

【0 0 1 9】

本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、液体滴をより安定に吐

出させることが可能であると共に、高周波駆動が可能である液体噴射装置を提供することを目的とする。

【0 0 2 0】

【課題を解決するための手段】

本発明は、

容積が可変であって液体が供給されると共にノズル開口に連通する内部空間と、周期 T_c の共振周波数と、を有する圧力発生室と、

圧力発生室を膨張させるための第 1 の信号要素と、膨張状態にある圧力発生室を収縮させてノズル開口から液体滴を吐出させるための第 2 の信号要素と、液体滴吐出後に圧力発生室を第 1 の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第 3 の信号要素と、を有する駆動信号を発生させる信号発生手段と、

駆動信号に基づいて圧力発生室を膨張及び収縮させる圧力発生手段と、を備え、

第 3 の信号要素は、

液体滴吐出後に、圧力発生室を、第 1 の信号要素が出力される前の状態よりも収縮している中間収縮状態まで膨張させる第 1 段階要素と、

中間収縮状態にある圧力発生室を、第 1 の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第 2 段階要素と、

を有しており、

第 1 段階要素と第 2 段階要素とは連続しており、

第 1 段階要素の第 2 段階要素との接続部までの勾配と第 2 段階要素の第 1 段階要素との接続部からの勾配とは、異なっている

ことを特徴とする液体噴射装置である。

【0 0 2 1】

本発明によれば、第 3 の信号要素の印加（出力）中における圧力発生室の膨張が少なくとも 2 段階で行われるため、後段階である第 2 段階要素による圧力発生室の膨張段階をメニスカス制振のために設計しても、前段階の第 1 段階要素を利用して電位レベルの調整を行うことができ、第 1 の信号要素の設計に影響を及ぼすことが無い。また、前述のように第 4 の信号要素を設ける場合と異なり、駆動

信号の一周期の長さが所定範囲内に容易に抑えられ得る。

【 0 0 2 2 】

このため、サテライト滴の挙動の安定、好適な液体滴吐出速度、及び、液体滴噴射装置の高周波駆動が、同時に好適に実現され得る。

【 0 0 2 3 】

本件発明者の種々の実験結果に基づく知見によれば、第 1 段階要素の第 2 段階要素との接続部までの勾配は、第 2 段階要素の第 1 段階要素との接続部からの勾配に対して、緩やかであることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

また、本件発明者の種々の実験結果に基づく知見によれば、第 2 の信号要素の出力開始時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力終了時までの時間 T_0 が、圧力発生室の内部空間の共振周波数の周期 T_c と実質的に等しくなるように設定されていることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

また、本件発明者の種々の実験結果に基づく知見によれば、第 2 の信号要素の出力終了時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力開始時までの時間 T_{h2} と圧力発生室の内部空間の共振周波数の周期 T_c との間に、 $T_{h2} \leq T_c \times 1/4$ なる関係が成立していることが好ましい。あるいは、本件発明者の種々の実験結果に基づく知見によれば、第 2 の信号要素の出力終了時から第 3 の信号要素の第 1 段階要素の出力開始時までの時間 T_{h2} は、 $3 \mu s$ 以下であることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

また、本件発明者の種々の実験結果に基づく知見によれば、第 1 の信号要素の振幅 V_{c1} は、第 2 の信号要素の振幅 V_d の 50%未満であることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

また、本件発明者の種々の実験結果に基づく知見によれば、第 3 の信号要素の第 1 段階要素の振幅 V_p は、第 2 の信号要素の振幅 V_d の 40%未満であることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

また、本件発明者の種々の実験結果に基づく知見によれば、第3の信号要素の第2段階要素の振幅 V_{c2} は、第2の信号要素の振幅 V_d の20%より大きいことが好ましい。

【0029】

また、本件発明者の種々の実験結果に基づく知見によれば、第3の信号要素の第1段階要素の振幅 V_p は、第3の信号要素の第2段階要素の振幅 V_{c2} 以下であることが好ましい。

【0030】

圧力発生手段は、例えば圧電振動子を有している。高速かつ連続の液体滴の吐出のためには、圧電振動子は、縦振動モードの圧電振動子であることが好ましい。もっとも、たわみ振動モードの圧電振動子も利用可能である。

【0031】

また、本発明は、
容積が可変であって液体が供給されると共にノズル開口に連通する内部空間と、
周期 T_c の共振周波数と、を有する圧力発生室と、
駆動信号に基づいて圧力発生室を膨張及び収縮させる圧力発生手段と、
を備えた液体噴射装置を制御する装置であって、

圧力発生室を膨張させるための第1の信号要素と、膨張状態にある圧力発生室を収縮させてノズル開口から液体滴を吐出させるための第2の信号要素と、液体滴吐出後に圧力発生室を第1の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第3の信号要素と、を有する駆動信号を発生させる信号発生手段を備え、

第3の信号要素は、

液体滴吐出後に、圧力発生室を、第1の信号要素が出力される前の状態よりも収縮している中間収縮状態まで膨張させる第1段階要素と、

中間収縮状態にある圧力発生室を、第1の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第2段階要素と、

を有しており、

第1段階要素と第2段階要素とは連続しており、

第1段階要素の第2段階要素との接続部までの勾配と第2段階要素の第1段階

要素との接続部からの勾配とは、異なっている
ことを特徴とする制御装置である。

【 0 0 3 2 】

前記の制御装置あるいは制御装置の各要素手段は、コンピュータシステムによって実現され得る。

【 0 0 3 3 】

また、コンピュータシステムに各装置または各手段を実現させるためのプログラム及び当該プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体も、本件の保護対象である。

【 0 0 3 4 】

ここで、記録媒体とは、フロッピーディスク等の単体として認識できるものの他、各種信号を伝搬させるネットワークをも含む。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について詳しく説明する。

【 0 0 3 6 】

図 1 は、本発明によるインクジェット式記録装置（液体噴射装置の一例）に用いられる記録ヘッドの一例を示すものである。図 1 の記録ヘッドは、主として、ノズル開口 2 及び圧力発生室 3 が形成されたインク流路ユニット 1 1 と、圧電振動子 9 を収容するヘッドケース 1 2 と、を有している。インク流路ユニット 1 1 とヘッドケース 1 2 とは、互いに接合されている。

【 0 0 3 7 】

インク流路ユニット 1 1 は、図 1 に示すように、複数のノズル開口 2 が穿設されたノズルプレート 1 と、圧力発生室 3、共通のインク室 4 及びこれらを連通させるインク供給口 5 に対応する空間が各ノズル開口 2 に対応して形成された流路構成板 7 と、圧力発生室 3 の少なくとも一部を区画するための弾性板 8 と、が積層されて形成されている。

【 0 0 3 8 】

圧電振動子 9 は、圧電材料と導電材料が交互に長手方向に平行に積層されて構

成されている。これにより、充電状態では導電層の積層方向と直角な長手方向に収縮し、放電状態では元の状態に戻る（収縮状態からは長手方向に伸長する）。すなわち、圧電振動子 9 は、いわゆる縦振動モードの振動子である。圧電振動子 9 は、その先端（可動端）が圧力発生室 3 の一部を区画している弾性板 8 の当該区画部分に接合され、他端が基台 10 を介してヘッドケース 12 に固定されている。

【0039】

このような記録ヘッドでは、圧電振動子 9 の収縮・伸長に対応して圧力発生室 3 が膨張・収縮する。圧力発生室 3 の膨張・収縮に伴う圧力発生室 3 内のインクの圧力変動により、インクが圧力発生室 3 内に吸引され、インク滴がノズル開口 2 から吐出される。

【0040】

ここで、上記のように構成されたインクジェット式記録ヘッドでは、圧力発生室 3 内のインクの圧縮性に起因する流体コンプライアンスを C_i 、圧力発生室 3 を形成している弾性板 8 及びノズルプレート 1 等の材料自体の固体コンプライアンスを C_v 、ノズル開口 2 のイナータンスを M_n 、インク供給口 5 のイナータンスを M_s とすると、圧力発生室 3 のヘルムホルツ共振周波数 F_H を次の式、

$$F_H = 1 / (2\pi) \times \sqrt{(M_n + M_s) / [(C_i + C_v) \cdot (M_n \times M_s)]}$$

により表すことができる。

【0041】

また、ヘルムホルツ共振周波数の周期 T_c は、上記ヘルムホルツ共振周波数 F_H の逆数 ($T_c = 1 / F_H$) で表される。

【0042】

なお、流体コンプライアンス C_i は、圧力発生室 3 の体積を V 、インクの密度を ρ 、インク中での音速を c とすると、

$$C_i = V / (\rho \times c^2)$$

により表すことができる。

【0043】

さらに、圧力発生室 3 の固体コンプライアンス C_v は、圧力発生室 3 に単位圧力を印加したときの圧力発生室 3 の静的な変形率に一致する。

【0 0 4 4】

具体的には、例えば、長さが 0.5 ~ 2 mm で、幅 0.1 ~ 0.2 mm、深さ 0.05 ~ 0.3 mm のサイズとして構成された圧力発生室 3 の場合、ヘルムホルツ共振周波数 F_H は、50 kHz ~ 200 kHz 程度となり、ヘルムホルツ共振周波数の周期 T_c は、 $20 \mu\text{sec}$ ~ $5 \mu\text{sec}$ となる。代表例として、固体コンプライアンス C_v が $7.5 \times 10^{-21} [\text{m}^5/\text{N}]$ 、流体コンプライアンス C_i が $5.5 \times 10^{-21} [\text{m}^5/\text{N}]$ 、ノズル開口 2 のイナータンス M_n が $1.5 \times 10^8 [\text{kg}/\text{m}^4]$ 、インク供給口 5 のイナータンス M_s が $3.5 \times 10^8 [\text{kg}/\text{m}^4]$ である時、ヘルムホルツ共振周波数 F_H は 136 kHz となり、ヘルムホルツ共振周波数の周期 T_c は $7.3 \mu\text{sec}$ となる。

【0 0 4 5】

図 2 は、上述したような記録ヘッドを駆動する駆動回路の一例を示すものである。図 2 に示すように、制御信号発生回路 20 は、入力端子 21, 22 と出力端子 23, 24, 25 とを備える。入力端子 21, 22 には、印刷データを生成する外部装置から印字信号とタイミング信号とが入力されるようになっている。出力端子 23, 24, 25 からは、それぞれ、シフトクロック信号、印字信号およびラッチ信号が出力されるようになっている。

【0 0 4 6】

駆動信号発生回路 26 は、前記入力端子 22 に入力されるのと同様の外部装置からのタイミング信号に基づいて、圧電振動子 9 を駆動する駆動信号を出力するようになっている。

【0 0 4 7】

F1 は、ラッチ回路を構成するフリップフロップであり、F2 は、シフトレジスタを構成するフリップフロップである。フリップフロップ F2 から各圧電振動子 9 に対応して出力される信号がフリップフロップ F1 でラッチされると、オアゲート 28 を介して、各スイッチングトランジスタ 30 に選択信号が出力されるようになっている。

【0048】

図3は、制御信号発生回路20の一例を示す。カウンタ31は、入力端子22から入力されるタイミング信号の立ち上がりで初期化されるようになっている。そして、カウンタ31は、初期化された後、発振回路33からのクロック信号をカウントし、当該カウント値が駆動信号発生回路26の出力端子29に接続されている圧電振動子9の数（変形駆動可能な圧力発生室3の数）に一致した時点で、LOWレベルのキャリー信号を出力して計数動作を停止するようになっている。このカウンタ31のキャリー信号は、ANDゲート32において発振回路33からのクロック信号との論理積を取られて、出力端子23にシフトクロック信号として出力される。

【0049】

また、メモリ34は、入力端子21から入力される、圧電振動子9の数に一致するビット数の印字データを記憶するようになっている。メモリ34は、ANDゲート32からの信号に同期して、内部に記憶されている印字データを出力端子24に1ビット毎にシリアル出力する機能を合わせ備えている。

【0050】

出力端子24からシリアル転送される印字信号は、次の印刷周期でのスイッチングトランジスタ30の選択信号となるべく、印字信号の出力端子23から出力されたシフトクロック信号によってフリップフロップF2（シフトレジスタ）にラッチされる。なお、ラッチ信号は、カウンタ31のLOWレベルのキャリー信号の出力に同期してラッチ信号生成回路35から出力される。ラッチ信号の出力の時点は、駆動信号が中間電位VMを維持する期間である。

【0051】

図4は、駆動信号発生回路26により発生される駆動信号DSの一例である。駆動信号発生回路26としては、公知の任意の信号発生回路が利用され得る。

【0052】

図4に示すように、当該駆動信号DSは、中間電位VMから電圧VHに一定の勾配で上昇し、この電圧VHを一定時間Th1保持し、今度は一定の勾配でVLまで降下し、この電圧VLを一定時間Th2保持し、さらに再び収縮中間電位V

L2まで一定の緩やかな勾配で上昇し、その後により急峻な一定の勾配で中間電位VMまで上昇する駆動信号である。

【0053】

中間電位VMから電圧VHに一定の勾配で上昇する充電信号要素S1が、本発明における第1の信号要素である。第1の信号要素S1の振幅（電位差）Vc1は、VH-VMである。

【0054】

電圧VHから電圧VLに一定の勾配で降下する放電信号要素S2が、本発明における第2の信号要素である。第2の信号要素S2の振幅（電位差）Vdは、VH-VLである。

【0055】

電圧VLから収縮中間電位VL2に緩やかな一定の勾配で上昇する充電信号要素S3aが、本発明における第3の信号要素S3の第1段階要素である。第3の信号要素S3の第1段階要素s3aの振幅（電位差）Vpは、VL2-VLである。

【0056】

収縮中間電位VL2から中間電位に、第1段階要素s3aよりも急峻な一定の勾配で上昇する充電信号要素S3bが、本発明における第3の信号要素S3の第2段階要素である。第3の信号要素S3の第2段階要素s3bの振幅（電位差）Vc2は、VM-VL2である。

【0057】

第2の信号要素S2の振幅（電位差）Vdは、インク滴の所望の吐出特性に基づいて設計されている。一方、第2段階要素s3bの振幅（電位差）Vc2は、メニスカスの好適な制振を目的として設計されている。本件発明者による各種の実験結果からの知見によれば、第3の信号要素S3の第2段階要素S3bの振幅Vc2は、第2の信号要素S2の振幅Vdの20%より大きいことが好ましい。そして、第1の信号要素S1の振幅（電位差）Vc1は、インク滴の吐出速度と駆動信号DSの一周期の時間（周波数）とのバランスに基づいて設計されている。本件発明者による各種の実験結果からの知見によれば、第1の信号要素S1の

振幅 V_{c1} は、第 2 の信号要素 S_2 の振幅 V_d の 50% 未満であることが好ましい。そして、緩やかな勾配の第 1 段階要素 s_{3a} が、電位レベル調整のために挿入されている。

【0058】

以上により、第 3 の信号要素 S_3 の印加（出力）中における圧力発生室の膨張は、2 段階で行われる。このため、後段階である第 2 段階要素 S_{3b} による圧力発生室の膨張段階がメニスカス制振のために設計されても、前段階の第 1 段階要素 S_{3a} を利用して電位レベルの調整が行われて、第 1 の信号要素 S_1 の設計に影響を及ぼすことが無い。

【0059】

従って、駆動信号 DS は、サテライト滴の挙動の安定と好適な液体滴吐出速度とを実現すると共に、高周波駆動に対応可能な信号となっている。また、この駆動信号 DS によれば、クロストークの発生も抑制され得る。

【0060】

なお、電圧 V_L が維持される時間 T_{h2} 、すなわち、第 2 の信号要素 S_2 の出力終了時から第 3 の信号要素 S_3 の第 1 段階要素 S_{3a} の出力開始時までの時間 T_{h2} は、駆動信号発生回路 26 の構成上の要請から、 $0.6 \mu s$ 以上である。

【0061】

更に、本件発明者による各種の実験結果からの知見によれば、前記時間 T_{h2} は、圧力発生室の内部空間の共振周波数の周期 T_c に対して、 $T_{h2} \leq T_c \times 1/4$ であること、あるいは、 $3 \mu s$ 以下であること、が好ましい。

【0062】

また、本実施の形態では、第 2 の信号要素 S_2 の出力開始時から第 3 の信号要素 S_3 の第 1 段階要素 S_{3a} の出力終了時までの時間 T_0 が、圧力発生室 3 の内部空間の共振周波数の周期 T_c と実質的に等しくなるように設定されている。これにより、効果的な制振作用を得ることができる。

【0063】

その他、本実施の形態では、第 3 の信号要素 S_3 の第 1 段階要素 S_{3a} の振幅 V_p は、第 2 の信号要素 S_2 の振幅 V_d の 40% 未満であり、かつ、第 3 の信号

要素 S 3 の第 2 段階要素 S 3 b の振幅 V_{c2} 以下である。

【0064】

前述のように、第 3 の信号要素 S 3 の第 1 段階要素 S 3 a は、電位レベル調整のために利用される要素である。しかしながら、当該第 1 段階要素 S 3 a の印加に起因する振動が大きくなると、メニスカスの挙動がやはり不安定になる。この点について、本件発明者は、各種の実験結果から、第 3 の信号要素 S 3 の第 1 段階要素 S 3 a について、その勾配が小さければ小さいほど好適であり（もっとも、小さ過ぎると駆動信号の一周期が長くなる）、振幅 V_p については、第 2 の信号要素 S 2 の振幅 V_d の 40% 未満であること、及び／または、第 3 の信号要素 S 3 の第 2 段階要素 S 3 b の振幅 V_{c2} 以下であること、が好ましいことを知見した。

【0065】

次に、以上のように構成された装置の動作について説明する。前述したように制御信号発生回路 20 は、前の印刷周期の間に、スイッチングトランジスタ 30 のための選択信号をフリップフロップ F 1 に転送して、全ての圧電振動子 9 が中間電位 V_M に充電されている期間にフリップフロップ F 1 にこの選択信号をラッチさせる。その後、タイミング信号が入力されると、図 4 に示す駆動信号 D_S が中間電位 V_M から電圧 V_H まで上昇して（第 1 の充電信号要素 S 1）、圧電振動子 9 が充電される。圧電振動子 9 は、この充電により、略一定速度で収縮して圧力発生室 3 を膨張させる。

【0066】

圧力発生室 3 が膨張すると、共通のインク室 4 のインクがインク供給口 5 を介して圧力発生室 3 に流れ込む。同時に、ノズル開口 2 のメニスカスが圧力発生室 3 側に引き込まれる。駆動信号が電圧 V_H に到達すると、所定時間 T_{h1} の期間だけこの電圧 V_H が維持され、その後に電位 V_L に向けて降下する（第 2 の放電信号要素 S 2）。

【0067】

駆動信号が電位 V_L に向けて降下する際、電圧 V_H に充電されていた圧電振動子 9 の充電電荷が、ダイオード D を介して放電される。これにより、圧電振動子

9は伸長して圧力発生室3を収縮させる。圧力発生室3が収縮すると、インクが加圧されてノズル開口2からインク滴として吐出される。

【0068】

さらに、駆動信号DSが電圧VLから収縮中間電位VL2に向けて再び上昇し（第3の充電信号要素S3の第1段階要素S3a）、圧電振動子9が再び充電される。これにより、圧力発生室3は微小に膨張するが、その量は微小であり、その速度は遅い。

【0069】

そして、駆動信号DSが収縮中間電圧VL2から中間電位VM2に向けて再び上昇し（第3の充電信号要素S3の第2段階要素S3b）、圧電振動子9が更に充電される。これにより、圧力発生室3は膨張する。この時、圧力発生室3の残留振動と逆位相で第2段階要素S3bが出力される（図4参照）。これにより、ノズル開口2側への移動を開始するメニスカスが圧力発生室3側に引き戻され、メニスカスの運動エネルギーが減じられて、その振動が急速に減衰する。

【0070】

このように、上記インクジェット式記録装置によれば、第3の信号要素S3の印加（出力）中における圧力発生室の膨張を2段階とすることにより、サテライト滴の挙動の安定と好適な液体滴吐出速度とを実現する高周波駆動に対応可能な信号が利用される。これにより、上記インクジェット式記録装置は、液体滴をより安定に吐出させることが可能であると共に、高周波駆動が可能である。

【0071】

特に、第3の充電信号要素S3の第1段階要素S3aと第2段階要素S3bとが連続しているため、第1段階要素S3aの勾配を可及的に小さくして第1段階要素S3aによる圧力発生室3の膨張を緩やかにすることにより、より効果的にメニスカスの制振作用を得ることができる。

【0072】

なお、制御信号発生回路20、駆動信号発生回路26等は、コンピュータシステムによっても構成され得る。コンピュータシステムに前記各要素を実現させるためのプログラム及び当該プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録

媒体 201 も、本件の保護対象である。

【0073】

さらに、前記の各要素が、コンピュータシステム上で動作する OS 等のプログラムによって実現される場合、当該 OS 等のプログラムを制御する各種命令を含むプログラム及び当該プログラムを記録した記録媒体 202 も、本件の保護対象である。

【0074】

ここで、記録媒体 201、202 とは、フロッピーディスク等の単体として認識できるものの他、各種信号を伝搬させるネットワークをも含む。

【0075】

圧電振動子としては、たわみ振動モードの圧電振動子を用いることも可能である。たわみ振動モードの圧電振動子は、充電による変形で圧力室を収縮させ、放電による変形で圧力室を膨張させる圧電振動子である。この場合、圧電振動子に供給される波形の上下（正負）の関係が、縦振動モードの場合と比べて反転する。

【0076】

なお、以上の説明はインクジェット式記録装置についてなされているが、本発明は、広く液体噴射装置全般を対象としたものである。液体の例としては、インクの他に、グルー、マニキュア等が用いられ得る。

【0077】

【発明の効果】

以上のように、本発明の液体噴射装置によれば、第 3 の信号要素の印加（出力）中における圧力発生室の膨張が少なくとも 2 段階に行われるため、後段階である第 2 段階要素による圧力発生室の膨張段階をメニスカス制振のために設計しても、前段階の第 1 段階要素を利用して電位レベルの調整を行うことができ、第 1 の信号要素の設計に影響を及ぼすことが無い。従って、液体滴をより安定に吐出させることが可能であると共に、高周波駆動が可能である液体噴射装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明によるインクジェット式記録装置に用いられる記録ヘッドの一例を示す断面図である。

【図 2】

図 1 の記録ヘッドの駆動回路の一例を示すブロック図である。

【図 3】

図 2 の制御信号発生回路の一例を示すブロック図である。

【図 4】

本発明による駆動信号の一例を示す図である。

【図 5】

従来の駆動信号の一例を示す図である。

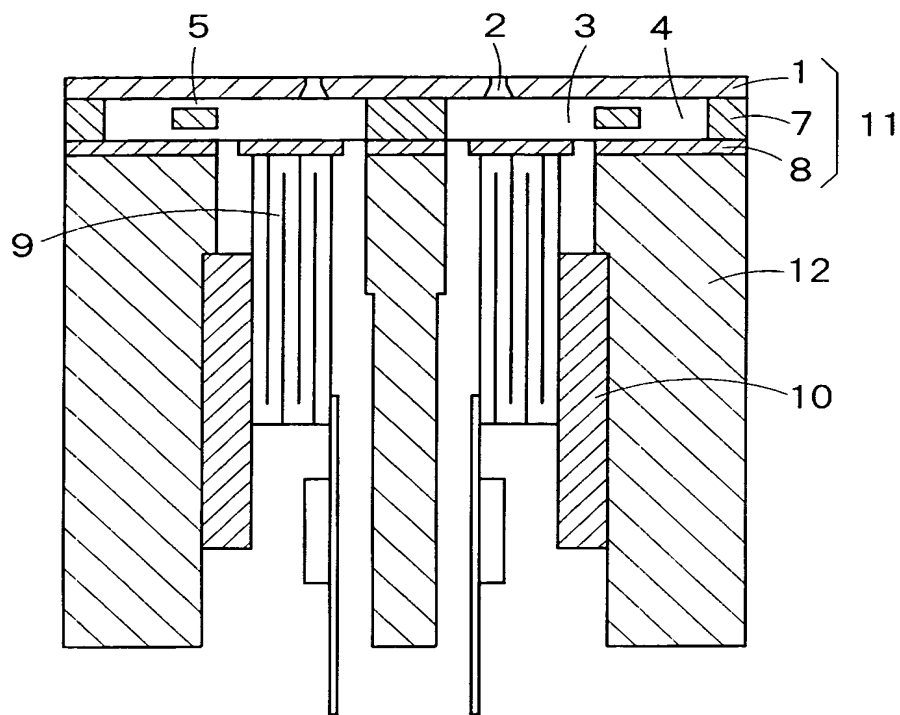
【符号の説明】

- 1 ノズルプレート
- 2 ノズル開口
- 3 圧力発生室
- 4 共通のインク室
- 5 インク供給口
- 7 流路構成板
- 8 弾性板
- 9 圧電振動子
- 10 基台
- 11 インク流路ユニット
- 12 ヘッドケース
- 20 制御信号発生回路
- 21 入力端子
- 22 入力端子
- 23 出力端子
- 24 出力端子
- 25 出力端子

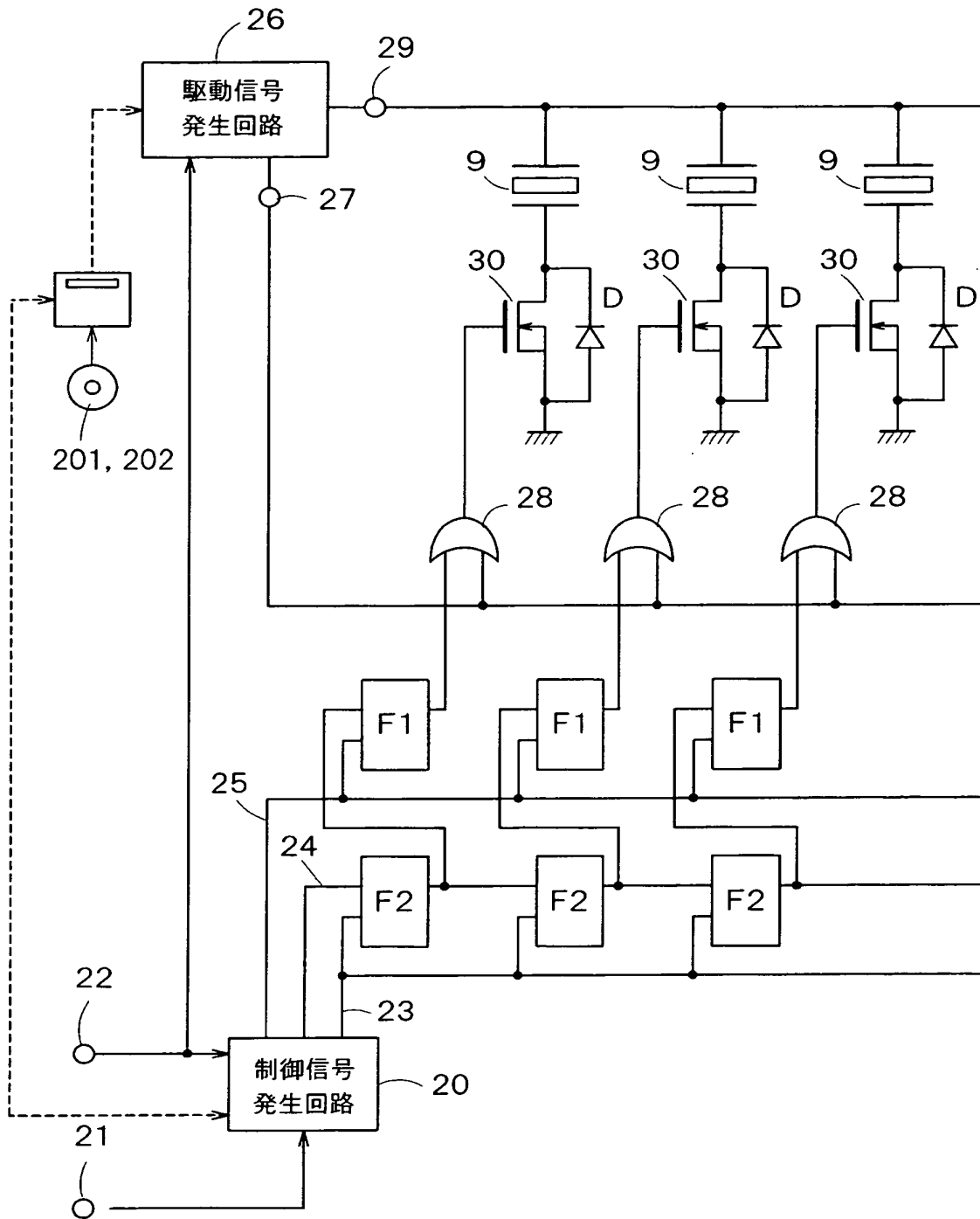
- 2 6 駆動信号発生回路
- 2 7 出力端子
- 2 8 オアゲート
- 2 9 出力端子
- 3 0 スイッチングトランジスタ
- 3 1 カウンタ
- 3 2 ANDゲート
- 3 3 発振回路
- 3 4 メモリ
- 3 5 ラッチ信号生成回路

【書類名】 図面

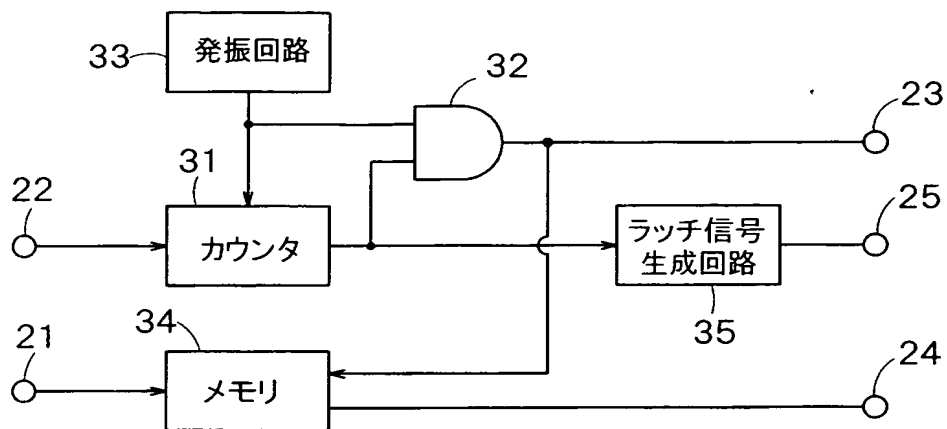
【図 1】



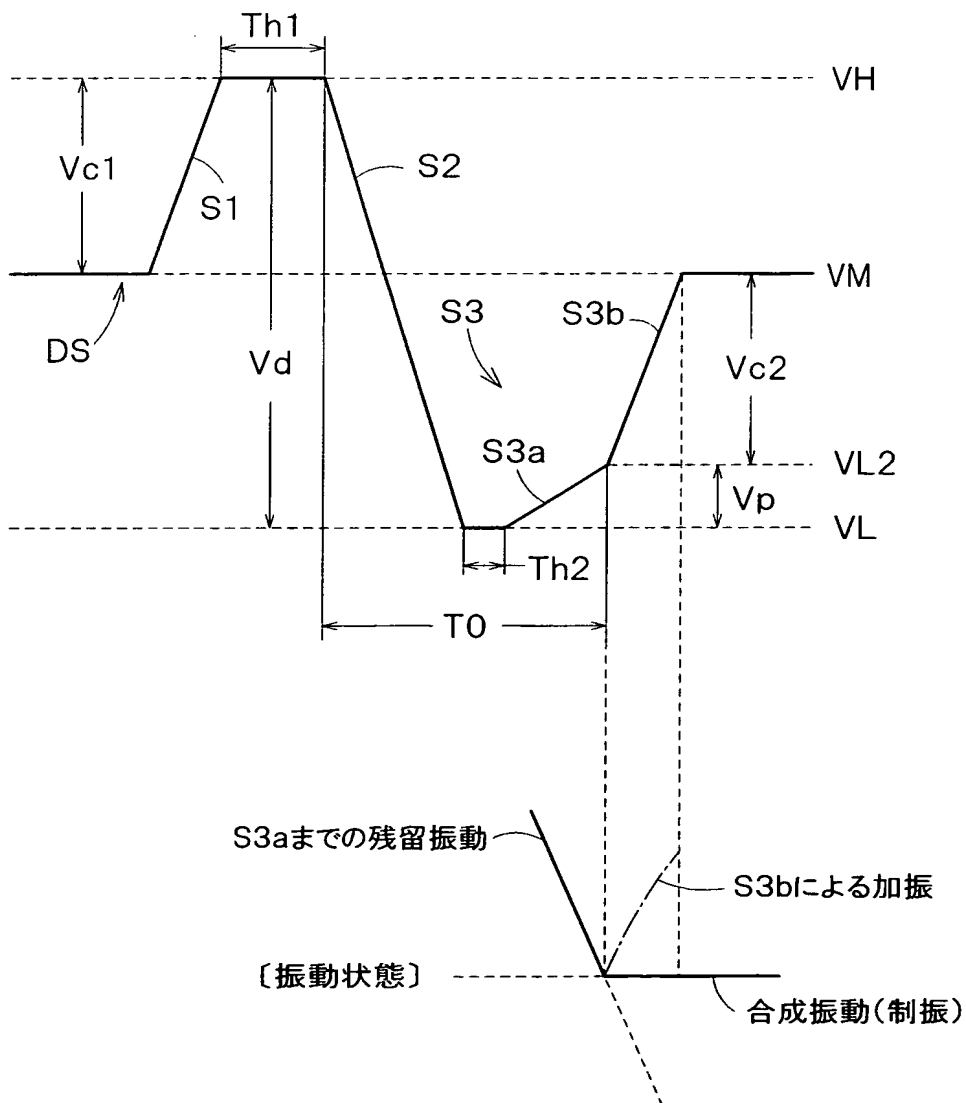
【図 2】



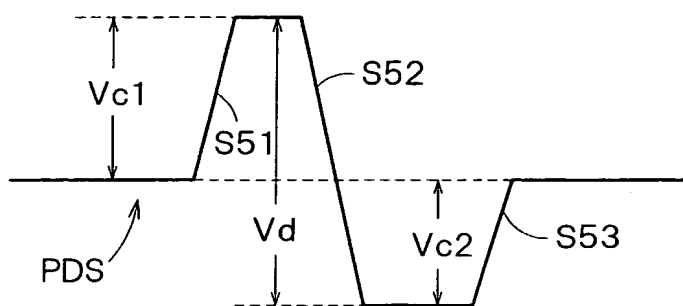
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液体滴をより安定に吐出させることが可能であると共に、高周波駆動が可能である液体噴射装置を提供すること。

【解決手段】 圧力発生室 3 は、周期 T_c のヘルムホルツ共振周波数を有する。駆動信号は、圧力発生室 3 を膨張させるための第 1 の信号要素 S_1 と、膨張状態にある圧力発生室 3 を収縮させるための第 2 の信号要素 S_2 と、液体滴吐出後に圧力発生室 3 を第 1 の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第 3 の信号要素 S_3 と、を有する。第 3 の信号要素は、液体滴吐出後に、圧力発生室を、第 1 の信号要素が出力される前の状態よりも収縮している中間収縮状態まで膨張させる第 1 段階要素 S_{3a} と、中間収縮状態にある圧力発生室を、第 1 の信号要素が出力される前の状態まで膨張させる第 2 段階要素 S_{3b} と、を有している。第 1 段階要素 S_{3a} と第 2 段階要素 s_{3b} とは、異なる勾配で、連続している。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 2 8 6 2 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
新規登録

住 所
氏 名

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
セイコーエプソン株式会社